

ANALISIS KEPATUHAN OUTLET IPAL INDUSTRI REDRYING TEMBAKAU X TERHADAP PERGUB JAWA TIMUR NO.72/2013 BERDASARKAN PARAMETER BOD DAN COD

Susmika Adi Saputra^{1*}, Solikhati Indah Purwaningrum²

^{1,2}Program Studi Ilmu Lingkungan, Universitas Bojonegoro, saputraadi2522@gmail.com

ABSTRAK

Industri *redrying* tembakau menghasilkan limbah cair dengan kandungan senyawa organik tinggi, seperti nikotin, tar, dan senyawa fenolik, yang berpotensi mencemari lingkungan apabila tidak diolah secara optimal melalui Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Parameter *Biological Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) digunakan sebagai indikator utama dalam menilai tingkat pencemaran organik air limbah serta kinerja IPAL terhadap pemenuhan baku mutu lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat kepatuhan outlet IPAL Industri *Redrying* Tembakau X terhadap baku mutu air limbah berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 melalui parameter BOD dan COD. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan pendekatan studi kepatuhan terhadap regulasi lingkungan. Data yang digunakan berupa data sekunder hasil uji laboratorium kualitas air limbah *outlet* IPAL selama periode Februari–Maret 2025 yang telah tersertifikasi, serta data pendukung terkait unit *redrying*, *threshing*, dan sistem IPAL. Analisis dilakukan dengan membandingkan hasil pengujian terhadap nilai ambang batas baku mutu guna menilai tingkat kepatuhan *effluent* yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi *BOD* pada bulan Februari dan Maret 2025 masing-masing sebesar 6,6 mg/L dan 12 mg/L, sedangkan *COD* sebesar 17 mg/L dan 35 mg/L. Seluruh nilai tersebut berada di bawah ambang batas baku mutu Kategori I, yaitu 150 mg/L untuk *BOD* dan 300 mg/L untuk *COD*. Temuan ini menunjukkan bahwa outlet IPAL Industri X telah memenuhi standar kepatuhan lingkungan, meskipun terjadi peningkatan konsentrasi pada bulan Maret yang diduga dipengaruhi oleh peningkatan beban produksi dan faktor operasional IPAL.

Kata kunci : limbah pengolahan tembakau, kepatuhan ipal, bod dan cod

Penerbit : Fakultas Teknik Universitas Pasifik Morotai

1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri pengolahan tembakau merupakan salah satu sektor industri yang memiliki peranan penting dalam perekonomian Indonesia. Salah satu tahapan penting dalam industri ini adalah proses *redrying* tembakau sebagai bagian dari pengolahan pascapanen. Proses tersebut menghasilkan limbah cair yang mengandung berbagai senyawa organik dan anorganik yang berpotensi mencemari lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik [1]. Limbah cair dari industri tembakau umumnya memiliki konsentrasi *Biological Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) yang tinggi akibat kandungan senyawa organik seperti nikotin, tar, dan senyawa fenolik yang terdapat dalam daun tembakau [2].

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) memegang peranan penting dalam mengendalikan pencemaran air limbah industri agar tidak berdampak negatif terhadap lingkungan. Salah satu parameter utama dalam evaluasi kualitas air limbah adalah BOD dan COD, yang mencerminkan tingkat pencemaran oleh senyawa organik [3]. Industri *redrying* tembakau yang menghasilkan limbah cair dari proses pengeringan dan pencucian bahan baku wajib memantau serta mengendalikan nilai BOD dan COD sebelum *effluent* dibuang ke badan air penerima.

Parameter BOD dan COD merupakan indikator utama dalam menilai tingkat pencemaran organik air limbah. BOD menunjukkan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik yang bersifat *biodegradable* dalam kondisi *aerobik*, sedangkan COD mengukur kebutuhan oksigen untuk mengoksidasi seluruh bahan organik baik yang *biodegradable* maupun *non-biodegradable* secara kimia. Selain itu, rasio BOD/COD dapat digunakan untuk mengindikasikan tingkat *biodegradabilitas* limbah cair, di mana rasio yang tinggi menunjukkan limbah yang relatif mudah terurai secara biologis [4].

Kepatuhan terhadap baku mutu lingkungan tidak hanya merupakan kewajiban hukum bagi industri, tetapi juga bagian dari tanggung jawab sosial perusahaan dalam menjaga kelestarian lingkungan. Penelitian yang dilakukan oleh Suharto et al. [5] pada industri tekstil menunjukkan bahwa ketidakpatuhan terhadap baku mutu BOD dan COD dapat menyebabkan penurunan kualitas air badan penerima dan berdampak negatif terhadap ekosistem perairan. Kondisi serupa berpotensi terjadi pada industri pengolahan tembakau apabila pengelolaan limbah cair tidak dilakukan secara optimal.

Industri pengeringan dan pengolahan daun tembakau diketahui menghasilkan air limbah yang kaya akan bahan organik dan senyawa alkaloid, khususnya nikotin. Kandungan tersebut menyebabkan nilai COD dan BOD air limbah cenderung tinggi, sehingga berpotensi mencemari badan air apabila tidak melalui proses pengolahan yang memadai [6]. Oleh karena itu, sistem pengolahan limbah yang efektif menjadi kebutuhan mutlak dalam operasional industri ini.

Efektivitas IPAL dalam menurunkan konsentrasi BOD dan COD sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor operasional, antara lain waktu tinggal (*retention time*), rasio *food to microorganism* (F/M), pH, suhu, serta ketersediaan oksigen terlarut [7]. Monitoring dan evaluasi kinerja IPAL secara berkala menjadi penting untuk memastikan proses pengolahan berlangsung secara optimal serta memenuhi standar lingkungan yang berlaku.

Industri pengeringan dan pengolahan daun tembakau Industri X perlu melakukan evaluasi komprehensif terhadap kinerja IPAL yang dimiliki, khususnya dalam menurunkan parameter BOD dan COD. Analisis kepatuhan outlet IPAL terhadap baku mutu lingkungan akan memberikan gambaran objektif mengenai efektivitas sistem pengolahan limbah cair yang diterapkan serta menjadi dasar dalam perumusan strategi perbaikan. Monitoring dan evaluasi berkala ini tidak hanya penting dari aspek regulasi, tetapi juga sebagai bentuk implementasi prinsip *sustainable development* dalam operasional industri [8]. Dengan demikian, penelitian mengenai analisis kepatuhan outlet IPAL industri *redrying* tembakau x terhadap Pergub Jawa Timur no.72/2013 berdasarkan parameter BOD dan COD menjadi sangat relevan untuk dilakukan.

2 TINJAUAN PUSTAKA

Limbah cair industri pengolahan tembakau umumnya didominasi oleh kandungan bahan organik tinggi yang berasal dari nikotin, resin, fenol, dan senyawa karbon kompleks hasil pencucian dan pengkondisian daun tembakau. Berbagai penelitian internasional menunjukkan bahwa limbah industri tembakau memiliki nilai BOD dan COD yang signifikan sehingga berpotensi menurunkan kualitas badan air apabila tidak diolah secara memadai. Studi oleh Bejankiwar et al. menunjukkan bahwa limbah cair industri tembakau cenderung memiliki rasio BOD/COD yang bervariasi, mencerminkan kompleksitas *biodegradabilitas* senyawa organik di dalamnya dan menuntut sistem pengolahan biologis yang stabil dan terkontrol [9].

Parameter BOD dan COD secara luas digunakan sebagai indikator utama pencemaran organik dalam air limbah industri karena mampu merepresentasikan beban oksigen yang dibutuhkan untuk degradasi biologis dan oksidasi kimia senyawa organik. Penelitian Lv et al. menegaskan bahwa BOD lebih merefleksikan fraksi organik *biodegradable*, sedangkan COD mencerminkan total senyawa organik termasuk yang resisten terhadap proses biologis, sehingga kombinasi kedua parameter tersebut menjadi standar global dalam evaluasi kinerja IPAL dan kepatuhan terhadap regulasi lingkungan [10].

Dalam konteks kepatuhan lingkungan, evaluasi outlet IPAL menjadi aspek krusial karena mencerminkan kinerja aktual sistem pengolahan terhadap regulasi yang berlaku. Studi nasional pada industri rokok di Indonesia menunjukkan bahwa meskipun teknologi IPAL telah tersedia, fluktuasi beban produksi dan faktor operasional sering memengaruhi konsentrasi BOD dan COD pada outlet, sehingga monitoring kepatuhan berbasis data laboratorium menjadi instrumen penting dalam pengendalian pencemaran [11].

Penelitian pengelolaan limbah industri saat ini tidak hanya menekankan pada pemenuhan baku mutu, tetapi juga pada keberlanjutan kinerja IPAL dan konsistensi hasil olahan terhadap fluktuasi produksi. Penelitian mutakhir menunjukkan bahwa industri dengan beban organik tinggi, termasuk industri tembakau, membutuhkan evaluasi kepatuhan berbasis data *time-series* untuk memastikan stabilitas pengolahan dan mencegah risiko pencemaran jangka panjang. Pendekatan ini menjadikan analisis kepatuhan outlet IPAL berdasarkan parameter BOD dan COD sebagai instrumen penting dalam implementasi prinsip pembangunan berkelanjutan dan tata kelola lingkungan industri [12].

3 METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan pendekatan studi kepatuhan terhadap peraturan perundang-undangan yang berlaku. Penelitian dilaksanakan di Industri *Redrying* Tembakau Industri X melalui partisipasi langsung peneliti dalam kegiatan Praktik Kerja Lapangan (PKL) selama satu bulan. Data yang digunakan merupakan data sekunder berupa hasil uji laboratorium kualitas air limbah outlet IPAL pada periode Februari-Maret 2025 yang telah tersertifikasi, serta data pendukung meliputi informasi unit *redrying*, unit *threshing*, dan unit IPAL perusahaan. Parameter yang dianalisis meliputi *Biological Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) yang kemudian dibandingkan dengan baku mutu air limbah industri sesuai Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 untuk menilai tingkat kepatuhan outlet IPAL.

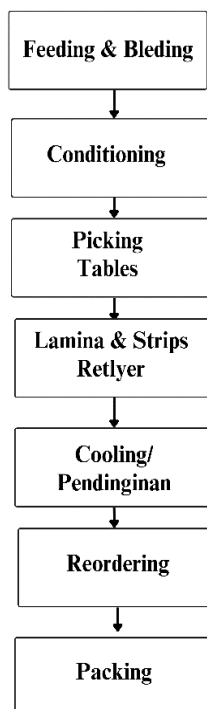
Teknik analisis data dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengujian laboratorium dengan nilai ambang batas baku mutu yang ditetapkan, sehingga dapat diketahui apakah *effluent* IPAL telah memenuhi ketentuan lingkungan yang berlaku.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Tahapan Proses Pengolahan Daun Tembakau

Tahapan proses pengolahan daun tembakau sebelum proses pengemasan dan pengiriman di Industri X dibagi menjadi 2 bagian, yaitu *redrying* dan *threshing*.

4.1.1 Unit *Redrying*



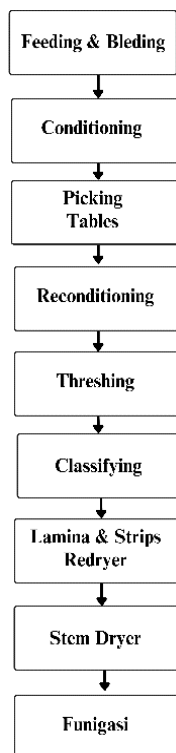
Gambar 1. Diagram Alir Proses *Redrying*

Unit *Redrying* merupakan proses pengeringan kembali tembakau dengan kandungan kadar air yang merata, menjaga aroma dan keamanan dalam penyimpanan. Mesin unit ini didatangkan dari Jerman pada tahun 1970, proses *redrying* membutuhkan waktu 3 jam dengan kapasitas 1500 kg daun tembakau.

- 1) *Feeding & Blending* : untuk pengisian tembakau kedalam alur mesin dan *blending* tembakau dari berbagai *grade*. Di meja *blending* bisa dilaksanakan pula pemotongan pangkal daun atau *butting*.
- 2) *Conditioning* : untuk melembabkan tembakau agar tidak rapuh dan bisa menimbulkan aroma.
- 3) *Picking Tables* : untuk pemilahan *Foreign Materials* (FM) atau benda asing dari tembakau yang *off grade* dan *off type*.
- 4) *Lamina & Strips Redryer* : pengeringan ulang dengan menurunkan kadar air tembakau menjadi lebih kering dan merata, dimana akan timbul aroma tembakau yang baik dan bisa mematikan hama.
- 5) *Cooling/Pendinginan* : salah satu tahap dari proses *redrying* dimana tembakau diturunkan suhunya.

- 6) *Reordering* : penambahan kadar air agar tercapai target kelembaban yang diinginkan.
- 7) *Packing*: pengemasan dan pembungkusan tembakau dengan bentuk bal, *carton bag*, atau yang lainnya tergantung permintaan dari konsumen.

4.1.2 Unit *Threshing*



Gambar 2. Diagram Alir Proses *Threshing*

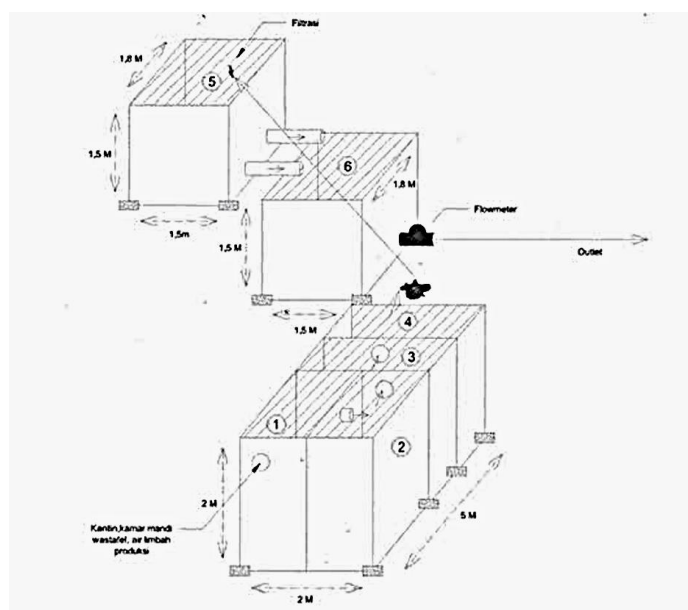
Unit *Threshing* merupakan perkembangan dari unit *Redrying*. *Threshing* adalah sebuah mesin yang didatangkan dari Jerman dan baru ada di wilayah industri ini sejak tahun 1980. Mesin ini berfungsi memisahkan daun dan gagang tembakau yang merupakan persiapan awal bagi produsen rokok dalam menyediakan bahan setengah jadi.

Threshing memiliki cara kerja untuk memisahkan daun dengan gagang dan selanjutnya mengeringkan ulang. Proses dengan mesin ini membutuhkan waktu sekitar 4 jam dengan hasil tembakau kering.

- 1) *Feeding & Blending* : untuk pengisian tembakau kedalam alur mesin dan *blending* tembakau dari berbagai *grade*. Pada meja *blending* juga bisa dilakukan pemotongan ujung daun atau *tipping* dan pangkal daun.
- 2) *Conditioning* : untuk melembabkan tembakau baik *tip* (ujung daun) maupun *butt* (pangkal daun) agar tidak rapuh dan bisa menimbulkan aroma.
- 3) *Picking Tables* : untuk pemilahan *Foreign Materials* (FM), tembakau yang *off grade* dan *off type*.
- 4) *Reconditioning* : melembabkan kembali tembakau agar tidak hancur ketika melalui mesin *thresher*.
- 5) *Threshing* : tembakau dipisahkan antara tulang daun atau biasa disebut *stem*, dengan helai daunnya atau biasa disebut *lamina*. *Threshing* yang baik yaitu apabila proses pemisahan tersebut tidak menyebabkan kehancuran dari tembakau.

- 6) *Classifying* : mengeluarkan lamina dari produk *threshing*.
- 7) *Lamina & Strips Redryer* : pengeringan ulang dengan menurunkan kadar air tembakau menjadi lebih kering dan merata dimana akan timbul aroma tembakau yang baik, serta bisa mematikan hama tembakau.
- 8) *Cooling* : mendinginkan tembakau yang melewati serangkaian proses untuk mengeringkan tembakau agar lebih maksimal hasilnya.
- 9) *Lamina Packing* : pengemasan *lamina* atau *leaf* dalam bentuk bal, karton atau *bag*.
- 10) *Stem Dryer* : mengeringkan stem secara tersendiri sesuai dengan target *MC* untuk *stem*. Kemasan *stem* bisa berbentuk karton atau kantong tikar, sesuai dengan permintaan pelanggan.
- 11) *Fumigasi* : *fumigasi* atau pengendalian hama ini biasanya dilakukan di gudang tembakau, terutama sebelum tembakau diekspor.

4.1.3 Unit IPAL Perusahaan



Gambar 3. Skema Unit IPAL

Dari proses pengeringan dan pengolahan tembakau yang telah dilakukan maka proses tersebut menghasilkan air limbah. Proses pengeringan dan pengolahan tembakau tentunya menimbulkan berbagai limbah salah satunya ialah limbah cair. Limbah tersebut akan menjadi pencemaran lingkungan apabila tidak ada pengelolaan yang baik oleh pihak perusahaan. Maka dari itu Industri X rutin untuk melakukan pengujian limbah dalam jangka waktu satu bulan sekali demi mencegah adanya pencemaran lingkungan serta membuat IPAL agar limbah cair yang dikeluarkan tidak berbahaya dan berdampak negatif terutama pada lingkungan. Unit IPAL pada Industri X diantaranya:

1) Bak Penampungan Awal (*Equalization Tank*)

Unit ini merupakan titik masuk pertama bagi air limbah sebelum diproses lebih lanjut. Bak penampungan awal berfungsi sebagai buffer/ penampungan sementara untuk menstabilkan aliran dan karakteristik limbah

yang seringkali bervariasi. Secara teknis, bak ini dilengkapi dengan sistem pengadukan untuk homogenisasi limbah dan *screen* (saringan kasar) untuk menyaring material berukuran besar seperti plastik atau daun [13].

2) Bak Sedimentasi Primer (*Primary Sedimentation Tank*)

Merupakan unit pengendapan pertama yang bekerja berdasarkan prinsip gravitasi. Bak berbentuk persegi panjang ini memungkinkan partikel tersuspensi (TSS) mengendap secara alami membentuk lapisan *sludge* di dasar bak [14].

3) Reaktor *Anaerob*

Merupakan unit pengolahan biologis tanpa oksigen menggunakan konsorsium mikroorganisme *anaerob* untuk mendegradasi senyawa organik kompleks. Proses utama yang terjadi adalah hidrolisis, asidogenesis, dan metanogenesis yang mengubah polutan menjadi biogas. Reaktor didesain dengan waktu tinggal 12-24 jam dan dilengkapi sistem pengadukan untuk distribusi substrat yang merata. Efisiensi penurunan COD mencapai 40-60%, terutama efektif untuk limbah dengan COD tinggi seperti pada industri tembakau. Pengontrolan rasio F/M (0.2-0.5 kg BOD/kg MLSS/hari) dan suhu (optimal 30-35°C) sangat kritis untuk menjaga stabilitas proses [15].

4) Reaktor *Aerob*

Reaktor aerob memanfaatkan mikroorganisme yang membutuhkan oksigen untuk mengoksidasi senyawa organik. Unit ini berupa *activated sludge* dengan sistem aerasi (*blower* dan *diffuser*) untuk mempertahankan $DO > 2$ mg/L. Proses nitrifikasi-denitrifikasi juga terjadi untuk mengurangi senyawa nitrogen [16].

5) Bak Filtrasi (*Downflow Filter*)

Merupakan tahap penyaringan akhir menggunakan media berlapis dengan ketebalan lapisan dari tertebal hingga tertipis seperti pasir kuarsa, kerikil sedang, kerikil kasar, sistem *underdrain* dasar berpori. Air limbah dialirkan dari atas ke bawah (*downflow*) melalui media filter yang menyisihkan partikel halus dan koloid [17].

6) Bak Penampungan Akhir (*Effluent Tank*)

Berfungsi sebagai buffer sebelum air olahan dibuang. Volume bak didesain untuk memberikan waktu tinggal 1-2 jam yang memungkinkan dilakukannya pemeriksaan kualitas akhir [18].

7) *Outlet*

Merupakan titik akhir pembuangan air olahan ke lingkungan atau daur ulang. Outlet harus memenuhi semua persyaratan baku mutu limbah cair yang berlaku. Dilengkapi dengan *flow proportional sampler* untuk pengambilan sampel uji dan titik *sampling* yang mudah diakses [19].

4.2 Baku Mutu Air Limbah Pergub Jawa Timur No. 72 Tahun 2013

Baku mutu air limbah merupakan batas kadar atau jumlah unsur pencemar yang diperbolehkan dalam air limbah sebelum dilepaskan ke lingkungan, meliputi parameter fisik, kimia, dan biologi yang dapat membahayakan kesehatan manusia dan lingkungan. Ketentuan ini bertujuan memastikan bahwa air limbah yang dihasilkan dari kegiatan usaha atau domestik tidak menyebabkan pencemaran terhadap air permukaan, tanah, maupun badan air lainnya.

Tabel 1. Baku Mutu Air Limbah Industri Rokok dan Cerutu Pergub Jawa Timur No. 72 Tahun 2013

Parameter	Kategori I	Kategori II	Kategori III	Kategori IV
	Kadar Maksimum (mg/l)	Kadar Maksimum (mg/l)	Kadar Maksimum (mg/l)	Kadar Maksimum (mg/l)
TSS	100	100	100	100
PH	6.0 - 9.0	6.0 - 9.0	6.0 - 9.0	6.0 - 9.0
Amonia	3	10	2	10
BOD	150	100	80	60
COD	300	200	160	120
Fenol	0.5	0.5	0.5	0.5
Minyak & Lemak	5	5	5	5

Keterangan:

- 1) Kategori I: Sumber air limbah yang berasal dari proses primer basah dan sumber air limbah yang berasal dari proses sekunder, termasuk sumber air limbah yang hanya berasal dari proses primer basah.
- 2) Kategori II: Air limbah industri Kategori I digabung dengan air limbah domestik.
- 3) Kategori III: Sumber air limbah yang berasal dari proses primer kering dan/atau sumber air limbah yang berasal dari proses sekunder, termasuk industri cerutu dan industri rokok tanpa cengkeh.
- 4) Kategori IV: Air limbah industri Kategori III digabung dengan air limbah domestik.

Dalam hal ini, IPAL di Industri X termasuk kedalam kategori I, dimana sumber air limbah berasal dari proses primer basah dan sumber air limbah yang berasal dari proses sekunder, termasuk sumber air limbah yang hanya berasal dari proses primer basah.

4.3 Konsentrasi Parameter BOD dan COD pada Outlet IPAL

Pengukuran kualitas air limbah pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Industri X dilakukan pada titik *outlet*, yaitu titik akhir setelah air limbah melewati seluruh rangkaian unit pengolahan. Berdasarkan hasil pengukuran selama periode Februari hingga Maret 2025, diperoleh data konsentrasi BOD dan COD pada outlet IPAL sebagaimana disajikan pada tabel berikut.

Tabel 2. Hasil Pengujian IPAL Februari 2025

Parameter	Mdl	Hasil Uji	Acuan Metode	Keterangan
BOD	1	6.6	SNI 6989.72 : 2009	-
COD	3.84	17	SM APHA 24th. 5220 C : 2023	-

Dari hasil pengujian sampel bulan Februari 2025 didapatkan nilai BOD sebesar 6,6 mg/l. Sedangkan untuk parameter COD didapatkan nilai sebesar 17 mg/l.

Tabel 3. Hasil Pengujian IPAL Maret 2025

Parameter	Mdl	Hasil Uji	Acuan Metode	Keterangan
BOD	1	12	SNI 6989.72 : 2009	-
COD	3.84	35	SM APHA 24th. 5220 C : 2023	-

Selanjutnya hasil pengujian sampel bulan Maret 2025 didapatkan nilai BOD sebesar 12 mg/l. Sedangkan untuk parameter COD didapatkan nilai sebesar 35 mg/l.

Pengujian outlet IPAL perusahaan dilakukan untuk memastikan fasilitas tersebut berjalan dengan lancar dan menghasilkan limbah cair dengan spesifikasi yang sesuai dengan ketentuan dari Pergub Jatim No. 72 Tahun 2013 yang selanjutnya diserahkan ke laboratorium DLH Pemprov Jatim untuk dilakukan pengujian sampel dari hasil olahan limbah cair perusahaan.

4.4 Perbandingan antara Outlet IPAL dan Baku Mutu

Pengujian kualitas air limbah pada outlet Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dilakukan dalam periode satu bulan sekali. Pengambilan sampel dilakukan pada titik akhir aliran (*outlet*) setelah air limbah melewati seluruh proses pengolahan, meliputi tahap *equalization*, sedimentasi, biologis (*anaerob-aerob*), filtrasi konvensional (*downflow*), dan bak penampung akhir. Titik ini merupakan indikator langsung untuk menilai kinerja sistem IPAL terhadap pemenuhan baku mutu lingkungan.

Tabel 4. Perbandingan antara Outlet IPAL (BOD & COD) dengan Baku Mutu

Bulan	Parameter	Baku Mutu (mg/l)	Hasil Uji (mg/l)	Keterangan
Februari	BOD	150	6.6	< Batas baku mutu
			12	< Batas baku mutu
Maret	COD	300	17	< Batas baku mutu
			35	< Batas baku mutu

Keterangan: Batas ambang baku mutu parameter BOD: 150 mg/l dan COD: 300 mg/l (Pergub Jatim No. 72 Tahun 2013).

Dari data tersebut dapat dilihat bahwa nilai BOD dan COD yang telah diolah pada IPAL. Pengolahan air limbah sudah memenuhi spesifikasi dan mematuhi baku mutu yang diisyaratkan dengan tidak melewati ambang batas yang ditentukan yaitu sebesar 150 mg/l untuk BOD dan 300 mg/l untuk COD. Hal ini menunjukkan bahwa proses pengolahan air limbah pada IPAL perusahaan cukup baik dengan mampu menjaga nilai parameter-parameter tersebut masih dibawah ambang batas yang telah ditetapkan.

Peningkatan konsentrasi BOD dan COD pada bulan Maret dibandingkan bulan Februari dapat disebabkan oleh naiknya beban produksi di Industri X. Ketika jumlah daun tembakau yang diolah meningkat, limbah cair yang dihasilkan mengandung lebih banyak bahan organik, nikotin, resin, serta padatan terlarut. Beban pencemar yang lebih tinggi ini masuk secara langsung ke sistem IPAL, sehingga unit pengolahan harus bekerja lebih berat untuk menurunkan kadar organik. Jika kapasitas desain IPAL mendekati batas maksimal, maka lonjakan beban produksi akan sangat berpengaruh pada peningkatan BOD dan COD *effluent*.

Efisiensi unit pengolahan juga dapat menurun akibat beberapa faktor, seperti aerasi yang tidak optimal, penumpukan lumpur di bak sedimentasi, atau terganggunya aktivitas mikroorganisme pada proses biologis. Ketika suplai oksigen berkurang atau terjadi *overload* pada bak aerasi, mikroorganisme tidak mampu mendegradasi bahan organik secara maksimal sehingga nilai BOD dan COD pada air olahan menjadi lebih tinggi. Selain itu, penurunan efisiensi bisa terjadi bila waktu *detensi hidrolis* (HRT) berkurang karena peningkatan volume limbah, sehingga proses pengolahan tidak mencapai tahapan pemecahan senyawa organik yang optimal.

Faktor operasional seperti keterlambatan pembersihan atau pengurasan unit IPAL, ketidaktepatan dosis bahan kimia, atau perubahan pola kerja operator juga dapat berkontribusi pada peningkatan parameter BOD dan COD.

Jika perawatan rutin tidak dilakukan sesuai jadwal, akumulasi kotoran dan *sludge* dapat mengganggu aliran serta proses biologis di dalam IPAL. Selain itu, perubahan formulasi atau dosis *koagulan-flokulan* tanpa penyesuaian terhadap karakter limbah bulan berjalan dapat menyebabkan proses pengolahan kurang efektif. Kombinasi dari faktor-faktor operasional ini dapat menurunkan kualitas hasil olahan dan memicu kenaikan BOD serta COD.

Penelitian serupa oleh Rahmawati & Sari [2] pada industri tembakau menunjukkan hasil *removal* BOD dan COD yang lebih tinggi (80-85%) dibandingkan dengan Industri X (70-75%). Perbedaan ini diduga disebabkan oleh variasi beban limbah dan efisiensi teknologi IPAL. Dengan demikian, meskipun kinerja IPAL sudah memadai, masih terbuka peluang untuk peningkatan efisiensi melalui optimasi proses dan teknologi.

4.5 Rekomendasi Operasional IPAL

Berdasarkan hasil analisis, dapat disimpulkan bahwa kinerja IPAL Industri X secara umum telah memenuhi baku mutu lingkungan, baik untuk parameter BOD maupun COD. Namun, untuk memastikan kinerja yang berkelanjutan, beberapa langkah perbaikan dan peningkatan dapat dilakukan, diantaranya sebagai berikut:

1) Pembersihan berkala unit IPAL

Untuk menjaga efisiensi pengolahan dan mencegah lonjakan beban pencemar, pembersihan IPAL perlu dilakukan rutin dan terjadwal, termasuk pengurasan lumpur, pengecekan aerator, pembersihan *screen*, serta evaluasi media biofilter. Perawatan berkala ini membantu mencegah penumpukan padatan, menjaga suplai oksigen, dan memastikan proses biologis tetap optimal sehingga kualitas air olahan tetap stabil.

2) Evaluasi berkala efisiensi setiap unit IPAL

Meskipun parameter BOD dan COD masih berada di bawah ambang batas, evaluasi terpisah pada unit seperti reaktor *anaerob*, *aerob*, sedimentasi, dan filtrasi tetap diperlukan untuk mengetahui unit mana yang paling dominan menurunkan beban pencemar serta mendeteksi potensi penurunan kinerja sejak dini.

3) Pemantauan beban masuk (*influent*) IPAL secara konsisten

Untuk menjamin kestabilan proses pengolahan, penting dilakukan pencatatan kuantitas dan kualitas air limbah yang masuk (BOD, COD awal, debit harian). Fluktuasi beban limbah yang tidak terkontrol dapat menyebabkan kejenuhan mikroorganisme di unit biologis.

4) Peningkatan kapasitas atau modifikasi desain IPAL secara bertahap

Jika tren produksi meningkat, maka beban limbah pun akan meningkat. Oleh karena itu, perlu mulai dirancang opsi ekspansi kapasitas IPAL atau penambahan teknologi baru jika memungkinkan.

Dengan penerapan langkah-langkah tersebut, diharapkan sistem IPAL Industri X dapat terus berfungsi optimal dan menjaga kualitas air limbah agar tetap memenuhi standar lingkungan yang berlaku.

5 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada outlet IPAL Industri X, nilai parameter BOD dan COD untuk bulan Februari 2025 masing-masing adalah 6,6 mg/L dan 17 mg/L, sedangkan pada bulan Maret 2025 nilainya adalah 12 mg/L (BOD) dan 35 mg/L (COD). Hasil ini menunjukkan bahwa IPAL berhasil mengolah limbah cair hingga berada di bawah ambang batas baku mutu yang ditetapkan oleh Pergub Jatim No. 72 Tahun 2013, yaitu 150 mg/L untuk BOD dan 300 mg/L untuk COD.

Kepatuhan *outlet* IPAL terhadap baku mutu lingkungan telah terbukti dengan konsistensi nilai BOD dan COD yang berada di bawah batas maksimal selama periode pengujian. Hal ini mencerminkan kinerja sistem pengolahan limbah yang diterapkan oleh Industri X dalam mengurangi senyawa organik, seperti nikotin dan fenol, yang umum ditemukan dalam limbah industri tembakau.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. T. Wahyuni, Z. Kusuma, and M. Handayani, "Potensi pencemaran limbah cair industri tembakau terhadap kualitas air tanah," *Environ. Eng. J.*, vol. 5, no. 3, pp. 178–186, 2019.
- [2] S. Rahmawati and D. P. Sari, "Karakteristik limbah cair industri pengolahan tembakau dan teknologi pengolahannya," *J. Teknol. Lingkung.*, vol. 21, no. 2, pp. 245–252, 2020.
- [3] B. Andika, P. Wahyuningsih, and R. Fajri, "Penentuan nilai BOD dan COD sebagai parameter pencemaran air dan baku mutu air limbah di Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Medan," *Quim. J. Kim. Sains dan Terap.*, vol. 2, no. 1, pp. 14–22, 2020, [Online]. Available: <https://ejournalunsam.id/index.php/JQ/article/view/2617>
- [4] A. T. Pasetia, S. D. Nurkhasanah, and H. P. Sudarminto, "Proses pengolahan dan analisa air limbah industri di instalasi pengolahan air limbah (IPAL)," *DISTILAT J. Teknol. Separasi*, vol. 6, no. 2, pp. 491–498, 2020, [Online]. Available: <https://jurnal.polinema.ac.id/index.php/distilat/article/view/2159>
- [5] B. Suharto, A. Prasetyo, and R. Wijayanti, "Evaluasi kinerja IPAL industri tekstil terhadap parameter BOD dan COD," *J. Tek. Lingkung.*, vol. 27, no. 1, pp. 15–24, 2021.
- [6] T. Bin Hao et al., "Effective bioremediation of tobacco wastewater by microalgae at acidic pH for synergistic biomass and lipid accumulation," *J. Hazard. Mater.*, vol. 426, p. 127820, Mar. 2022, doi: 10.1016/j.jhazmat.2021.127820.
- [7] E. Sasiang, "Efektivitas instalasi pengolahan air limbah berdasarkan parameter BOD, COD, dan pH," *J. Kesehat. Masy.*, vol. 7, no. 1, pp. 1–10, 2019, [Online]. Available: <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/kesmas/article/view/26214/25847>
- [8] S. P. Fahriza, "E-Monitoring instalasi pengolahan air limbah di PPN Kejawanan," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 11, no. 2, pp. 1–10, 2024, [Online]. Available: <https://jtiik.ub.ac.id/index.php/jtiik/article/download/8099/1321>
- [9] R. S. Bejankiwar, "Electrochemical treatment of cigarette industry wastewater: feasibility study," *Water Res.*, vol. 36, no. 17, pp. 4386–4390, Oct. 2002, doi: 10.1016/S0043-1354(02)00155-0.
- [10] Z. Lv, X. Xiao, Y. Wang, Y. Zhang, and N. Jiao, "Improved water quality monitoring indicators may increase carbon storage in the oceans," *Environ. Res.*, vol. 206, p. 112608, Apr. 2022, doi: 10.1016/j.envres.2021.112608.
- [11] R. F. Tuffahati and R. Novembrianto, "Analisis Pengolahan Limbah Industri Rokok dalam Pencapaian Standar Lingkungan Badan Air Permukaan," *Venus J. Publ. Rumpun Ilmu Tek.*, vol. 2, no. 6, pp. 32–45, Nov. 2024, doi: 10.61132/venus.v2i6.618.

- [12] D. A. Leontieff, K. Ikehata, Y. Inanaga, and S. Furukawa, "Ozone for Industrial Wastewater Treatment: Recent Advances and Sector Applications," *Process*. 2025, Vol. 13, Page 2331, vol. 13, no. 8, p. 2331, Jul. 2025, doi: 10.3390/pr13082331.
- [13] R. Andriani, Z. Kusuma, and A. Wahyudi, "Evaluasi kinerja instalasi pengolahan air limbah industri di Jawa Timur," *J. Tek. Lingkung.*, vol. 26, no. 2, pp. 145–156, 2020.
- [14] D. Y. Putra, "Analisis efektivitas bak sedimentasi primer pada instalasi pengolahan air limbah industri makanan," *J. Ilm. Tek. Lingkung.*, vol. 11, no. 1, pp. 33–42, 2019.
- [15] T. Suryani, "Kinerja reaktor anaerob dalam menurunkan COD pada limbah organik industri," *J. Pengelolaan Lingkung.*, vol. 4, no. 2, pp. 112–122, 2021.
- [16] F. A. Pratama, "Optimasi proses aerasi pada sistem lumpur aktif untuk peningkatan efisiensi biologis," *J. Air dan Lingkung.*, vol. 13, no. 1, pp. 55–64, 2022.
- [17] S. Wahyudi, "Penggunaan sistem filtrasi berlapis untuk pengolahan limbah cair industri," *J. Rekayasa Lingkung.*, vol. 18, no. 3, pp. 201–210, 2020.
- [18] E. Ratnasari, "Analisis efisiensi bak penampungan akhir terhadap kualitas air olahan IPAL," *J. Sumber Daya Air Indones.*, vol. 9, no. 1, pp. 25–34, 2023.
- [19] R. Mahardika, "Evaluasi titik outlet dan sistem monitoring kualitas air buangan industri," *J. Teknol. Pengolah. Limbah*, vol. 7, no. 2, pp. 89–97, 2018.